

USSN

U3-04007-RH(2)

10/813442

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 2 月 1 7 日
Date of Application:

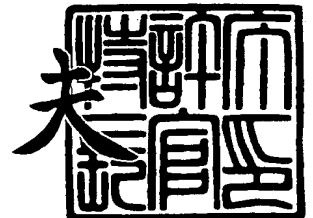
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 3 9 5 6 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 0 3 9 5 6 6]

出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 2 2 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 3 0 2 3

【書類名】 特許願
【整理番号】 PN082183
【提出日】 平成16年 2月17日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G01N 27/41
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
 【氏名】 羽田 聡
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
 【氏名】 黒川 英一
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
 【氏名】 川瀬 友生
【特許出願人】
 【識別番号】 000004260
 【氏名又は名称】 株式会社デンソー
【代理人】
 【識別番号】 100096998
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 碓氷 裕彦
 【電話番号】 0566-25-5988
【選任した代理人】
 【識別番号】 100118197
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 加藤 大登
 【電話番号】 0566-25-5987
【選任した代理人】
 【識別番号】 100123191
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 伊藤 高順
 【電話番号】 0566-25-5990
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003- 96375
 【出願日】 平成15年 3月31日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 010331
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0213350
 【包括委任状番号】 0213351
 【包括委任状番号】 0213352

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

固体電解質体と該固体電解質体上に配置された少なくとも一対の電極とよりなるセンサ素子を有したガス濃度センサに適用され、前記センサ素子の電極に接続された正負各端子の少なくとも何れかへの印加電圧を制御して電圧印加に伴いその都度の特定成分濃度に応じて流れる素子電流を計測するか、若しくはその都度の特定成分濃度に応じて前記センサ素子の電極間に発生する起電力を計測するようにしたガス濃度検出装置において、

センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時にそれに伴う電流値又は電圧値の変化量を変化量計測部にて計測し、電圧変化量と電流変化量との比からセンサ素子の抵抗値を算出する手段と、

素子抵抗の算出時に計測した、印加電圧又は電流の変化に応答する電流値又は電圧値の変化量をモニタし、該モニタした電流値又は電圧値の変化量に基づいてセンサ制御系の異常を検出する手段と、

を備えたことを特徴とするガス濃度検出装置。

【請求項 2】

素子抵抗の算出時に計測した、印加電圧又は電流の変化に応答する電流値又は電圧値の変化量が 0 又はほぼ 0 の場合に、センサ制御系の異常発生であると判定することを特徴とする請求項 1 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 3】

前記センサ素子の正負各端子に帰還増幅回路を介して所定電圧を印加すると共に、印加電圧又は電流の変化に応答する電流値又は電圧値を前記帰還増幅回路の出力側にて計測する構成にあって、前記帰還増幅回路の出力側にて計測した電流値又は電圧値が当該帰還増幅回路の作動範囲の境界値又はそれ付近で固定されている場合に、センサ制御系の異常発生であると判定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のガス濃度検出装置。

【請求項 4】

前記帰還増幅回路は、予め規定した範囲内で出力を制限する出力制限機能を有するものである請求項 3 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 5】

素子抵抗算出に際してセンサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時の当該印加電圧又は電流の実操作量を操作量計測部にて計測する構成を有し、前記変化量計測部にて計測した電流値又は電圧値の変化量に加え、前記操作量計測部にて計測した印加電圧又は電流の実操作量に基づいてセンサ制御系の異常を検出する請求項 1 乃至 4 の何れかに記載のガス濃度検出装置。

【請求項 6】

固体電解質体と該固体電解質体上に配置された少なくとも一対の電極とよりなるセンサ素子を有したガス濃度センサに適用され、前記センサ素子の電極に接続された正負各端子の少なくとも何れかへの印加電圧を制御して電圧印加に伴いその都度の特定成分濃度に応じて流れる素子電流を計測するか、若しくはその都度の特定成分濃度に応じて前記センサ素子の電極間に発生する起電力を計測するようにしたガス濃度検出装置において、

センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時にそれに伴う電流値又は電圧値の変化量を変化量計測部にて計測し、電圧変化量と電流変化量との比からセンサ素子の抵抗値を算出する手段と、

前記算出した素子抵抗値に基づいてセンサ制御系の異常を検出する手段と、
を備えたことを特徴とするガス濃度検出装置。

【請求項 7】

素子抵抗算出に際してセンサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時の当該印加電圧又は電流の実操作量を操作量計測部にて計測し、該計測した印加電圧又は電流の実操作量を用いて素子抵抗値を算出するガス濃度検出装置であって、前記計測した印加電圧又は電流の実操作量が異常値である場合に、その印加電圧又は電流の実操作量を予め規定した所定値に変更すると共に当該所定値を用いて算出された素子抵抗値に基づいてセンサ制御

系の異常を検出することを特徴とする請求項 6 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 8】

前記印加電圧又は電流の実操作量が所定のしきい値を超えない場合に異常値である旨判定する手段を備え、当該異常値である場合、実操作量を前記しきい値に変更する請求項 7 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 9】

前記算出した素子抵抗値によりセンサ制御系の異常発生が検出された場合に、前記実操作量も異常値であれば、前記センサ素子の各端子においてショート系の異常が生じていると判定する手段を更に備えた請求項 7 又は 8 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 1 0】

前記センサ素子の正負各端子に帰還増幅回路を介して所定電圧を印加すると共に、印加電圧又は電流の変化に応答する電流値又は電圧値を前記帰還増幅回路の出力側にて計測する構成にあって、前記帰還増幅回路は、予め規定した範囲内で出力を制限する出力制限機能を有するものである請求項 6 乃至 9 の何れかに記載のガス濃度検出装置。

【請求項 1 1】

固体電解質体と該固体電解質体上に配置された少なくとも一対の電極とよりなるセンサ素子を有したガス濃度センサに適用され、前記センサ素子の電極に接続された正負各端子の少なくとも何れかへの印加電圧を制御して電圧印加に伴いその都度の特定成分濃度に応じて流れる素子電流を計測するか、若しくはその都度の特定成分濃度に応じて前記センサ素子の電極間に発生する起電力を計測するようにしたガス濃度検出装置において、

センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時にそれに伴う電流値又は電圧値の変化量を変化量計測部にて計測し、電圧変化量と電流変化量との比からセンサ素子の抵抗値を算出する手段と、

素子抵抗算出に際してセンサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時の当該印加電圧又は電流の実操作量を操作量計測部にて計測し、該計測した印加電圧又は電流の実操作量に基づいてセンサ制御系の異常を検出する手段と、
を備えたことを特徴とするガス濃度検出装置。

【請求項 1 2】

前記操作量計測部にて計測した印加電圧又は電流の実操作量が 0 又はほぼ 0 の場合に、センサ制御系の異常発生であると判定することを特徴とする請求項 1 1 記載のガス濃度検出装置。

【請求項 1 3】

前記センサ素子の正負各端子に帰還増幅回路を介して所定電圧を印加すると共に、センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時に前記帰還増幅回路の出力側にて当該印加電圧又は電流を計測する構成にあって、前記帰還増幅回路の出力側にて計測した印加電圧又は電流が当該帰還増幅回路の作動範囲の境界値又はそれ付近で固定されている場合に、センサ制御系の異常発生であると判定することを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載のガス濃度検出装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ガス濃度検出装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス濃度センサによる検出結果に基づいて特定成分濃度を検出するガス濃度検出装置にかかるものであって、特にセンサ制御系の異常を好適に検出するための改良技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

例えば、車両用エンジンより排出される排ガスを被検出ガスとして同ガス中の酸素濃度（空燃比）を検出する限界電流式の空燃比センサ（いわゆるA/Fセンサ）が知られている。すなわち、A/Fセンサは、固体電解質体と該固体電解質体に設けられる一対の電極とよりなるセンサ素子を有し、該センサ素子への電圧印加に伴いその都度の酸素濃度に応じた素子電流を流すよう構成されている。そして、センサ素子に流れる素子電流が計測され、その計測結果から酸素濃度（空燃比）が検出されるようになっている。

【0003】

上記A/Fセンサでは、センサ素子の両端子において電源との短絡（電源ショート）、グランドとの短絡（GNDショート）、両端子間の短絡（端子間ショート）等の異常が生じると、素子電流を正確に計測することができず、酸素濃度（空燃比）の検出が不可能となる。故に、従来はセンサ素子の両端子の電圧値をマイコンのA/D入力として取り込み、そのA/D入力が規定の範囲外となった場合に異常発生を旨を検出するようにしていた。しかしながら、上記の通りセンサ素子の両端子電圧をA/D入力として取り込む場合には、センサ端子分だけ余分のA/D変換器が必要となる。この場合、構成上の煩雑化を招くことから、その改良技術が望まれている。

【0004】

一方、例えば特許文献1に示す従来技術では、A/Fセンサの活性状態をモニタすることによりセンサ異常を検出するようにしている。具体的には、A/Fセンサの素子抵抗を検出して該素子抵抗が所定範囲にあるか否かにより、又は素子活性化のためのヒータへの供給電力が所定範囲内にあるか否かによりA/Fセンサの異常を検出するようにしていた。つまり、センサ素子が正常に活性化しているかどうかを判断基準としてセンサ異常を検出していた。

【0005】

しかしながら、前記特許文献1の異常検出手法では、センサ素子が当然に活性化している筈の状態であることを判定し、かかる状態下でセンサ素子が活性化していなければセンサ素子の異常を検出する。つまり、現実にはセンサ素子が活性化している状態下、又は活性化していると確実に判断できる状態下でないと正確な異常検出が実施できない。従って、センサ素子の異常検出を実施する上で多くの制約が生じる。また、ヒータへの供給電力に基づいてセンサ異常を検出する手法では、ヒータ電力を計測するための回路構成やA/D変換器等が必要となり、構成の簡素化を実現することはできない。こうした実状から、センサ制御系の異常検出手法としてより好ましい技術が望まれている。

【特許文献1】特開平8-271475号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、構成の煩雑化を招くことなく、センサ制御系の異常を好適に検出することができるガス濃度検出装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のガス濃度検出装置は前提として、固体電解質体と該固体電解質体上に配置され

た少なくとも一対の電極とよりなるセンサ素子を有したガス濃度センサに適用される。そして、前記センサ素子の電極に接続された正負各端子の少なくとも何れかへの印加電圧が制御されて電圧印加に伴いその都度の特定成分濃度に応じて流れる素子電流が計測される。若しくは、その都度の特定成分濃度に応じて前記センサ素子の電極間に発生する起電力が計測される。また特に、請求項 1 に記載の発明では、センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時にそれに伴う電流値又は電圧値の変化量が変化量計測部にて計測され、その時の電圧変化量と電流変化量との比からセンサ素子の抵抗値が算出される。また、素子抵抗の算出時に計測した、印加電圧又は電流の変化に応答する電流値又は電圧値の変化量がモニタされ、該モニタされた電流値又は電圧値の変化量に基づいてセンサ制御系の異常が検出される。

【0008】

要するに、センサ素子の正負各端子のうち少なくとも何れかでの電源ショートや GND ショート、正負両端子間での端子間ショートなど、センサ制御系の異常が生じた場合には、素子抵抗算出に際して、例えばセンサ素子の印加電圧に変化を付与してもそれに応答した素子電流の変化が無く、素子電流変化がモニタできない。また、印加電圧に代えて素子電流に変化を付与した場合には、電流変化に応答した印加電圧の変化が無く、印加電圧変化がモニタできない。こうして印加電圧又は電流の変化に対する電流又は電圧の応答が無いことを判断基準とすることにより、電源ショート、GND ショート、端子間ショート、断線などのセンサ制御系の異常が一つの異常検出手法により好適に検出できるようになる。上記異常検出手法によれば、素子抵抗算出に用いる計測データ（電流変化量、又は電圧変化量）により異常検出を行うため、異常検出のために A/D 変換器（マイコンの A/D 入力）を増設する必要がなく、構成の煩雑化が防止できる。

【0009】

なお、センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与して素子抵抗を算出する手法として、当該印加電圧又は電流を一時的に変化させた時のそれに伴う電流値又は電圧値の変化量に基づいて素子抵抗を算出する、いわゆる掃引法による素子抵抗算出手法があり、かかる算出手法によれば、センサ印加電圧を $V-I$ 特性（図 3 参照）上の抵抗支配域へ変更する必要がないため、ガス濃度の不検出時間が短くなることが知られている。その他、センサ素子の印加電圧又は電流を交流的に、又は連続的に変化させることで、当該印加電圧又は電流に変化を付与することも可能である。素子抵抗値は、インピーダンスの他、インピーダンスの逆数であるアドミタンスとして算出されても良い。

【0010】

異常検出の手段として具体的には、請求項 2 に記載したように、素子抵抗の算出時に計測した、印加電圧又は電流の変化に応答する電流値又は電圧値の変化量が 0 又はほぼ 0 の場合に、センサ制御系の異常発生であると判定すると良い。

【0011】

また、センサ素子の正負各端子に帰還増幅回路を介して所定電圧を印加すると共に、印加電圧又は電流の変化に応答する電流値又は電圧値を前記帰還増幅回路の出力側にて計測する構成にあっては、請求項 3 に記載したように、前記帰還増幅回路の出力側にて計測した電流値又は電圧値が当該帰還増幅回路の作動範囲の境界値又はそれ付近で固定されている場合に、センサ制御系の異常発生であると判定すると良い。

【0012】

請求項 4 に記載の発明では、前記帰還増幅回路は、予め規定した範囲内で出力を制限する出力制限機能を有するものであるため、仮にセンサ素子の各端子で電源ショート、GND ショート、端子間ショートなどが生じた場合には帰還増幅回路の出力が制限され、規定範囲を越えて電圧や電流が応答変化することは無い。従って、該制限された出力に基づき、センサ制御系の状態を明確に知り得ることができる。

【0013】

請求項 5 に記載の発明では、素子抵抗算出に際してセンサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時の当該印加電圧又は電流の実操作量が操作量計測部にて計測される。そし

て、変化量計測部にて計測された電流値又は電圧値の変化量に加え、操作量計測部にて計測された印加電圧又は電流の実操作量に基づいてセンサ制御系の異常が検出される。すなわち、印加電圧又は電流の操作側、応答側の両方の計測結果に基づいてセンサ制御系の異常が検出される。この場合、電源ショート、GNDショート、端子間ショートといったショート系の異常が発生していれば、印加電圧又は電流の少なくとも操作側又は応答側で電圧や電流の変化が計測できない。従って、ショート系異常が確実に検出できる。

【0014】

また、請求項6に記載の発明では、センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時にそれに伴う電流値又は電圧値の変化量の変化量計測部にて計測され、電圧変化量と電流変化量との比からセンサ素子の抵抗値が算出される。また、該算出された素子抵抗値に基づいてセンサ制御系の異常が検出される。

【0015】

前述した通り、センサ素子の正負各端子のうち少なくとも何れかでの電源ショートやGNDショート、正負両端子間での端子間ショートなど、センサ制御系の異常が生じた場合には、素子抵抗算出に際して、印加電圧又は電流の変化に対する電流又は電圧の応答が無い。そのため、素子抵抗の算出値も正常なものにならず、電源ショート、GNDショート、端子間ショート、断線などのセンサ制御系の異常が好適に検出できるようになる。上記異常検出手法によれば、異常検出のためにA/D変換器（マイコンのA/D入力）を増設する必要がなく、構成の煩雑化が防止できる。

【0016】

なお、素子抵抗算出に際してセンサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時、その印加電圧又は電流の操作側においてセンサ素子の正負両端子に接続したセンサ制御回路上で印加電圧又は電流の操作量を実測し、その実測値を用いて素子抵抗を算出すると良い。或いは、印加電圧又は電流に変化を付与するための切替指令手段による指令変化量を用いて素子抵抗を算出すると良い。

【0017】

請求項7に記載の発明では、素子抵抗算出に際してセンサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時の当該印加電圧又は電流の実操作量が操作量計測部にて計測される。そして、該計測された印加電圧又は電流の実操作量が異常値である場合に、その印加電圧又は電流の実操作量が予め規定した所定値に変更されると共に当該所定値を用いて算出された素子抵抗値に基づいてセンサ制御系の異常が検出される。素子抵抗の検出時において、操作すべき印加電圧又は電流は予め決められているが、実際の操作量（実操作量）には誤差等が生じ、その誤差が素子抵抗の検出誤差となる。そこで、実操作量を適宜計測し、該計測値を用いて素子抵抗を算出する構成とする。但しこの場合、電源ショート、GNDショート、端子間ショートといったショート系の異常が発生していれば、印加電圧又は電流の少なくとも操作側又は応答側で電圧や電流の変化が計測できず、素子抵抗の算出が困難となることが考えられる。かかる事態において、印加電圧又は電流の実操作量が予め規定した所定値に変更されれば、素子抵抗の算出が可能となる。素子抵抗は異常値として算出されるため、素子抵抗値による異常検出が好適に実施できる。

【0018】

前記請求項7の発明では請求項8に記載したように、印加電圧又は電流の実操作量が所定のしきい値を超えない場合に異常値である旨判定し、当該異常値である場合、実操作量を前記しきい値に変更すると良い。

【0019】

また、請求項9に記載したように、前記算出した素子抵抗値によりセンサ制御系の異常発生が検出された場合に、実操作量も異常値であれば、センサ素子の各端子においてショート系の異常が生じていると判定すると良い。

【0020】

センサ素子の正負各端子に帰還増幅回路を介して所定電圧を印加すると共に、印加電圧又は電流の変化に応答する電流値又は電圧値を前記帰還増幅回路の出力側にて計測する構

成にあつては、請求項 10 に記載したように、前記帰還増幅回路は、予め規定した範囲内で出力を制限する出力制限機能を有するものであると良い。これにより、仮にセンサ素子の各端子で電源ショート、GND ショート、端子間ショートなどが生じた場合には帰還増幅回路の出力が制限され、規定範囲を越えて電圧や電流が応答変化することは無い。従って、素子抵抗が誤って算出されることが防止でき、センサ制御系の状態を明確に知り得ることができる。

【0021】

一方、請求項 11 に記載の発明では、センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時にそれに伴う電流値又は電圧値の変化量が変化量計測部にて計測され、その時の電圧変化量と電流変化量との比からセンサ素子の抵抗値が算出される。また、素子抵抗算出に際してセンサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時の当該印加電圧又は電流の実操作量が操作量計測部にて計測され、該計測された印加電圧又は電流の実操作量に基づいてセンサ制御系の異常が検出される。

【0022】

本請求項 11 の発明にあつても、センサ素子の正負各端子のうち少なくとも何れかでの電源ショートや GND ショート、正負両端子間での端子間ショートなど、センサ制御系の異常が生じた場合には、素子抵抗算出に際して、センサ素子の印加電圧や電流に変化を付与しようとしても正常な変化が無く、印加電圧又は電流の操作量が正常に計測できない。このことから、電源ショート、GND ショート、端子間ショート、断線など、センサ制御系の異常が好適に検出できる。上記異常検出手法によれば、素子抵抗算出に用いる計測データ（電流変化量、又は電圧変化量）により異常検出を行うため、異常検出のために A/D 変換器（マイコンの A/D 入力）を増設する必要がなく、構成の煩雑化が防止できる。

【0023】

異常検出の手段として具体的には、請求項 12 に記載したように、前記操作量計測部にて計測した印加電圧又は電流の実操作量が 0 又はほぼ 0 の場合に、センサ制御系の異常発生であると判定すると良い。

【0024】

また、センサ素子の正負各端子に帰還増幅回路を介して所定電圧を印加すると共に、センサ素子の印加電圧又は電流に変化を付与した時に前記帰還増幅回路の出力側にて当該印加電圧又は電流を計測する構成にあつては、請求項 13 に記載したように、前記帰還増幅回路の出力側にて計測した印加電圧又は電流が当該帰還増幅回路の作動範囲の境界値又はそれ付近で固定されている場合に、センサ制御系の異常発生であると判定すると良い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

（第 1 の実施の形態）

以下、本発明のガス濃度検出装置を具体化した第 1 の実施の形態を図面に従って説明する。本実施の形態では、車載エンジンより排出される排ガス（燃焼ガス）を被検出ガスとして同ガス中の酸素濃度（空燃比、以下 A/F とも言う）を検出する空燃比検出装置を具体化しており、空燃比の検出結果はエンジン ECU 等により構成される空燃比制御システムに用いられる。空燃比制御システムでは、空燃比をストイキ近傍でフィードバック制御するストイキ燃焼制御や、同空燃比を所定のリーン領域でフィードバック制御するリーン燃焼制御等が適宜実現される。

【0026】

先ずはじめに、ガス濃度センサとしての A/F センサの構成を図 2 を用いて説明する。本 A/F センサは積層型構造のセンサ素子 10 を有し、図 2 にはセンサ素子 10 の断面構成を示す。実際には当該センサ素子 10 は図 2 の紙面直交方向に延びる長尺状をなし、素子全体がハウジングや素子カバー内に收容される構成となっている。

【0027】

センサ素子 10 は、固体電解質 11、拡散抵抗層 12、遮蔽層 13 及び絶縁層 14 を有し、これらが図の上下に積層されて構成されている。同素子 10 の周囲には図示しない保

護層が設けられている。長方形板状の固体電解質 11 (固体電解質体) は部分安定化ジルコニア製のシートであり、その固体電解質 11 を挟んで上下一対の電極 15, 16 が対向配置されている。電極 15, 16 は白金 Pt 等により形成されている。拡散抵抗層 12 は電極 15 へ排ガスを導入するための多孔質シートからなり、遮蔽層 13 は排ガスの透過を抑制するための緻密層からなる。これら各層 12, 13 は何れも、アルミナ、ジルコニア等のセラミックスをシート成形法等により成形したものであるが、ポロシティの平均孔径及び気孔率の違いによりガス透過率が相違するものとなっている。

【0028】

絶縁層 14 はアルミナ、ジルコニア等のセラミックスからなり、電極 16 に対面する部位には大気ダクト 17 が形成されている。また、同絶縁層 14 には白金 Pt 等により形成されたヒータ 18 が埋設されている。ヒータ 18 は、バッテリー電源からの通電により発熱する線状の発熱体よりなり、その発熱により素子全体を加熱する。なお以下の説明では場合によって、電極 15 を拡散層側電極、電極 16 を大気側電極とも言うこととする。本実施の形態では、大気側電極 16 に接続される端子を正側端子 (+ 端子)、拡散層側電極 15 に接続される端子を負側端子 (- 端子) としている。

【0029】

上記センサ素子 10 において、その周囲の排ガスは拡散抵抗層 12 の側方部位から導入されて拡散層側電極 15 に達する。排ガスがリーンの場合、排ガス中の酸素は電極 15, 16 間の電圧印加により拡散層側電極 15 で分解され、イオン化されて固体電解質 11 を通過した後、大気側電極 16 より大気ダクト 17 に排出される。このとき、大気側電極 16 → 拡散層側電極 15 の向きに電流 (正電流) が流れる。また、排ガスがリッチの場合、逆に大気ダクト 17 内の酸素が大気側電極 16 で分解され、イオン化されて固体電解質 11 を通過した後、拡散層側電極 15 より排出される。そして、排ガス中の HC や CO 等の未燃成分と触媒反応する。このとき、拡散層側電極 15 → 大気側電極 16 の向きに電流 (負電流) が流れる。

【0030】

図 3 は、A/F センサについての基本的な電圧-電流特性 (V-I 特性) を示す図面である。図 3 において、電圧軸 (横軸) に平行な平坦部分はセンサ素子 10 の素子電流 I_p (限界電流) を特定する限界電流域であって、この素子電流 I_p の増減が空燃比の増減 (すなわち、リーン・リッチの程度) に対応している。つまり、空燃比がリーン側になるほど素子電流 I_p は増大し、空燃比がリッチ側になるほど素子電流 I_p は減少する。

【0031】

この V-I 特性において、限界電流域よりも低電圧側は抵抗支配域となっており、抵抗支配域における一次直線部分の傾きはセンサ素子 10 の直流内部抵抗 R_i により特定される。直流内部抵抗 R_i は素子温に応じて変化し、素子温が低下すると直流内部抵抗 R_i が増大する。すなわちこのとき、抵抗支配域の一次直線部分の傾きが小さくなる (直線部分が寝た状態となる)。また、素子温が上昇すると直流内部抵抗 R_i が減少する。すなわちこのとき、抵抗支配域の一次直線部分の傾きが大きくなる (直線部分が立った状態となる)。図中の RG は、センサ素子 10 への印加電圧 V_p を決定するための印加電圧特性 (印加電圧線) を表している。

【0032】

図 1 は、センサ制御回路 100 の構成を示す電気回路図である。図 1 において、センサ素子 10 の大気側電極 16 に接続された + 端子 T1 には、オペアンプ 21 及び電流検出抵抗 22 を介して基準電源 23 が図示の如く接続され、同センサ素子 10 の拡散層側電極 15 に接続された - 端子 T2 にはオペアンプ 24 及び抵抗 25 を介して印加電圧制御回路 30 が接続されている。オペアンプ 21, 24 が「帰還増幅回路」に相当する。電流検出抵抗 22 の一端の A 点は基準電圧 $Ref1$ と同じ電圧に保持される。素子電流 I_p は電流検出抵抗 22 を介して流れ、素子電流 I_p に応じて B 点の電圧が変化する。排ガスがリーンの場合、センサ素子 10 には + 端子 T1 から - 端子 T2 に向けて素子電流 I_p が流れるため B 点電圧が上昇し、逆にリッチの場合、センサ素子 10 には - 端子 T2 から + 端子 T1

に向けて素子電流 I_p が流れるため B 点電圧が低下する。この B 点電圧が、素子電流出力回路 31 を介して空燃比の検出結果である A/F 出力としてマイコン 200 に出力される。マイコン 200 では、取り込まれた A/F 出力が A/D 変換される。素子電流出力回路 31 は例えば S/H (サンプルホールド) 回路により構成されており、空燃比検出時における B 点電圧がサンプルされ、所定のゲートオン期間内においてサンプル値が逐次更新されて出力される。この A/F 出力は空燃比フィードバック制御等に適宜用いられる。

【0033】

印加電圧制御回路 30 は、A/F 出力 (B 点電圧のサンプルホールド値) をモニタしつつその値に応じてセンサ素子 10 に印加すべき電圧を決定するものであり、前記図 3 に示す印加電圧特性 R G の如く、基本的に素子電流 I_p の増加時 (すなわち B 点電圧の上昇時) に印加電圧を上昇させるよう印加電圧制御を実施する。

【0034】

また、本空燃比検出装置では、いわゆる掃引法を用いてセンサ素子 10 の素子インピーダンスが検出されるようになっている。すなわち、電圧切替回路 35 は、マイコン 200 からの電圧切替信号に基づいてセンサ印加電圧を交流的に変化させる。電圧切替信号は定期的にマイコン 200 から電圧切替回路 35 に出力され、例えば 128 msec 毎に、センサ印加電圧が通常空燃比検出用の印加電圧 (印加電圧制御回路 30 による制御電圧) からインピーダンス検出用の印加電圧に一時的に切り替えられるようになっている。

【0035】

かかる場合、前記 B 点が「変化量計測部」に相当し、B 点電圧が、インピーダンス検出電流出力回路 32 を介してインピーダンス検出電流出力としてマイコン 200 に出力される。マイコン 200 では、取り込まれたインピーダンス検出電流出力が A/D 変換される。インピーダンス検出電流出力回路 32 は、例えば H P F (ハイパスフィルタ) と P/H (ピークホールド) 回路とを直列に接続して構成されており、この H P F 及び P/H 回路により、インピーダンス検出期間に対応する所定のゲートオン期間内において B 点での交流電流の変化量が計測される。なお、ピークホールドされた B 点電圧は、ゲートオフ毎にリセットされる。

【0036】

また、図 1 の C 点電圧は、印加電圧制御回路 30 又は電圧切替回路 35 の出力電圧と同じ電圧となり、その C 点電圧が、電圧操作量出力回路 36 を介して電圧操作量出力としてマイコン 200 に出力される。マイコン 200 では、取り込まれた電圧操作量出力が A/D 変換される。電圧操作量出力回路 36 は、例えば H P F と S/H 回路とを直列に接続して構成されている。C 点が「操作量計測部」に相当する。従って、インピーダンス検出時には、電圧切替回路 35 によるセンサ印加電圧の変化量 (実操作量としての電圧操作量 ΔV) が C 点での交流電圧の変化量として検出され、マイコン 200 に取り込まれるようになっている。

【0037】

マイコン 200 では、インピーダンス検出時の交流的な電圧変化量とそれに伴う素子電流 I_p の変化量とに基づいて素子インピーダンスが算出される。そして、素子インピーダンスが所定の目標値に保持されるようヒータ 18 への通電が制御される。これにより、センサ素子 10 が一定の目標温度 (例えば 750℃) に保持されるようになる。

【0038】

本実施の形態では、素子インピーダンスの検出時に得られる電流変化量や電圧操作量等に応じてセンサ制御系の異常を検出することとしており、その異常検出手順を以下に説明する。センサ制御系の異常としては、センサ素子 10 の + 端子 T1 又は - 端子 T2 での電源ショートや GND ショート、+ 端子 T1 及び - 端子 T2 間での端子間ショート、断線などが考えられる。本実施の形態の異常検出手法は、前記何れの異常も検出を可能とするものである。

【0039】

マイコン 200 による素子インピーダンスの算出手順と異常検出手順とを図 4 及び図 5

のフローチャートに基づいて説明する。まず図4は素子インピーダンスの算出処理を示すフローチャートであり、この処理はマイコン200により所定時間毎（例えば128 msec 毎）に実行される。

【0040】

図4において、ステップS101では、センサ制御回路100の電圧切替回路35に対して電圧切替信号を出力する。この電圧切替信号を受けて、センサ制御回路100では、センサ印加電圧をそれまでの空燃比検出用の電圧値からインピーダンス検出用の電圧値に交流的に切り替える。例えば、印加電圧切替の交流周波数は1kHz～20kHz程度である。その後、ステップS102では、印加電圧切替時の電圧操作量 ΔV を検出し、続くステップS103では、印加電圧の切替に応答する素子電流の変化量 ΔI を検出する。

【0041】

このとき、図6に示すように、センサ印加電圧に対して交流的な変化が付与され、この交流的な電圧変化に対して素子電流が応答して変化する。前記ステップS102では、図1の電圧操作量出力回路36を介してマイコン200に入力されるC点電圧（電圧操作量出力）に基づいて電圧操作量 ΔV が検出され、前記ステップS103では、図1のインピーダンス検出電流出力回路32を介してマイコン200に入力されるB点電圧（インピーダンス検出電流出力）に基づいて電流変化量 ΔI が検出される。

【0042】

その後、ステップS104では、前記ステップS103で検出した電流変化量 ΔI を異常検出用データとしてRAM等に保存する。また、ステップS105では、前記検出した電圧操作量 ΔV と電流変化量 ΔI とから素子インピーダンスを算出する（素子インピーダンス $=\Delta V/\Delta I$ ）。なお、切替指令手段としての電圧切替回路35により指令される電圧変化量は予め定められた値であり、電圧操作量 ΔV に代えて、電圧切替回路35による電圧変化量を用いて素子インピーダンスを算出することも可能である。素子抵抗値として、素子インピーダンスの他、素子インピーダンスの逆数である素子アドミタンスを算出する構成とすることも可能である。

【0043】

図5は異常検出処理を示すフローチャートであり、この処理はマイコン200により前記図4の処理に引き続いて実行される。

【0044】

図5において、ステップS201では、異常検出用データとして前記図4のステップS104で保存した電流変化量 ΔI を読み出し、続くステップS202では、前記読み出した電流変化量 ΔI に基づいてセンサ制御系の異常の有無を検出する。このとき、電流変化量 ΔI が予め規定した所定範囲内であれば、センサ制御系が正常である旨判定し（ステップS203）、電流変化量 ΔI が所定範囲内になければ、センサ制御系が異常である旨判定する（ステップS204）。例えば、電流変化量 ΔI が0又はほぼ0の場合に、センサ制御系が異常である旨判定する。

【0045】

具体的には、例えばセンサ素子10の+端子T1が電源ショートした場合、バッテリー電源からオペアンプ21に流入する電流により当該オペアンプ21が電流飽和の状態となる。この場合、電流検出抵抗22に流れる素子電流は回路構成上制約される固定電流となり、センサ印加電圧を交流的に切り替えてもそれに応答してB点電圧が変化することはない。それ故、電流変化量 ΔI がほぼ0となり、異常発生が判定できる。なお、回路構成上制約される固定電流とは、オペアンプ21が有する出力制限機能にて制限される電流である。その他、電流制限回路を設けることで出力制限したり、出力素子（トランジスタ等）の出力容量で出力制限したりすることも可能である。簡易には抵抗を組み入れて出力制限することも可能である。

【0046】

また、センサ素子10の+端子T1がGNDショートした場合にも、やはり電流検出抵抗22に流れる素子電流は固定電流となり、センサ印加電圧を交流的に切り替えてもそれ

に応答してB点電圧が変化することはない。それ故、電流変化量 ΔI がほぼ0となり、異常発生が判別できる。その他、センサ素子10の一端子T2が電源ショート又はGNDショートした場合や、+端子T1及び一端子T2間で端子間ショートした場合、各端子T1、T2に通じる配線経路が断線した場合にも同様に、センサ印加電圧を交流的に切り替えてもそれに応答してB点電圧が変化することはない。それ故、電流変化量 ΔI がほぼ0となり、異常発生が判別できる。以上により、センサ制御系の異常が何れも検出できるようになる。なおこのとき、センサ素子10自体の異常も同様に検出できる。

【0047】

以上詳述した本実施の形態によれば、素子インピーダンス検出に用いる計測データ（電流変化量）によりセンサ制御系の異常検出を行うため、異常検出のためにA/D変換器（マイコンのA/D入力）を増設する必要がなく、構成の煩雑化が防止できる。また、センサ素子10の活性状態に関係なく異常検出できるため、センサ素子10の活性化を待たずともA/Fセンサの始動直後にいち早く異常検出を開始することができる。実際には、素子インピーダンスが計測可能となれば良く（待ち時間は長くても数秒程度）、異常検出開始までの待ち時間が大幅に短縮できる。

【0048】

（第2の実施の形態）

次に、本発明の第2の実施の形態について、前記第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。本実施の形態では、異常検出用データとしてセンサ印加電圧の切替に応答する電流変化量 ΔI （インピーダンス検出電流出力）を用いたが、この構成を変更し、本実施の形態では、異常検出用データとして、素子アドミタンスの算出値を用いる（素子アドミタンス $=\Delta I/\Delta V$ ）。要するに、センサ素子10の+各端子のうち少なくとも何れかでの電源ショートやGNDショート、正負両端子間での端子間ショートなど、センサ制御系の異常が生じた場合には、素子アドミタンス検出に際して、印加電圧の変化に対する電流の応答が無く、素子アドミタンスの算出値も正常なものにならない。故に、センサ制御系の異常が検出できるようになる。つまり、異常発生時には電流変化量 ΔI が0又はほぼ0になるため、素子アドミタンスの算出値が規定値よりも大きくなった場合に異常発生であると判定する。

【0049】

ここで、例えばセンサ素子10の+各端子の何れかが電源ショートしていると、電圧操作量 ΔV が異常値（0又はほぼ0）となり、この異常値をそのまま用いて素子アドミタンスを算出しようとしても、その算出ができない又は算出値が過剰に大きな値となることが考えられる。そこで本実施の形態では、電圧操作量出力回路36にて出力される電圧操作量 ΔV が異常値である場合に、当該電圧操作量 ΔV を予め規定した所定値（ $\neq 0$ ）で置き換えることにより、素子アドミタンスの算出を可能とし、その素子アドミタンスの算出値に基づいてセンサ制御系の異常を検出する。この場合特に、電圧操作量 ΔV が所定値に置き換えられた場合には、当該電圧操作量 ΔV も異常値であることから、異常内容が、センサ素子10の+各端子の何れかの電源ショート又はGNDショートであると特定する。

【0050】

図7は、本実施の形態における素子アドミタンスの算出処理を示すフローチャートであり、この処理は前記図4に置き換えて実行される。

【0051】

図7において、ステップS301～S303では、前記図4のステップS101～S103と同様に、電圧切替信号の出力、印加電圧切替時の電圧操作量 ΔV の検出、印加電圧の切替に応答する素子電流の変化量 ΔI の検出、をそれぞれ実施する。

【0052】

その後、ステップS304では、前記ステップS302で検出した電圧操作量 ΔV が所定のしきい値 V_{th} 以上であるか否かを判別する。しきい値 V_{th} は、印加電圧の操作に伴い、本来変化する筈である電圧変化量を基に決められており、「本来の電圧変化量 $\times 0$

． 9」程度に設定される。 $\Delta V \geq V_{th}$ であれば、正常な電圧操作が行われたとみなしてステップ S 306 に進む。そして、ステップ S 306 では、電圧操作量 ΔV と電流変化量 ΔI とから素子アドミタンスを算出する（素子アドミタンス $= \Delta I / \Delta V$ ）。

【0053】

一方、前記ステップ S 304 で $\Delta V < V_{th}$ である場合、電圧操作量 ΔV が異常値であるとみなされ、ステップ S 305 で電圧操作量 ΔV のガード処理を実施した後、ステップ S 306 で素子アドミタンスを算出する。ステップ S 305 のガード処理では、電圧操作量 ΔV を「 V_{th} 」で置き換える処理を実施する。最後に、ステップ S 307 では、前記算出した素子アドミタンスを異常検出用データとして RAM 等に保存する。

【0054】

図 8 は異常検出処理を示すフローチャートであり、この処理は前記図 5 に置き換えて実行される。

【0055】

図 8 において、ステップ S 401 では、異常検出用データとして前記図 7 で算出した素子アドミタンスを読み出し、続くステップ S 402 では、前記読み出した素子アドミタンスに基づいてセンサ制御系の異常の有無を検出する。このとき、素子アドミタンスが予め規定した所定範囲内にあれば、センサ制御系が正常である旨判定する（ステップ S 403）。

【0056】

また、素子アドミタンスが所定範囲内になれば、センサ制御系が異常である旨判定する（ステップ S 404）。例えば、素子アドミタンスが 0 又はほぼ 0 の場合に、センサ制御系が異常である旨判定する。続いて、ステップ S 405 では、今回のアドミタンス算出に際し、電圧操作量 ΔV が異常値であったか、すなわち電圧操作量 ΔV がしきい値 V_{th} に置き換えられていたか否かを判別する。電圧操作量 ΔV が異常値であったなら、ステップ S 406 で、今回の異常がセンサ素子 10 の各端子の電源ショート、GND ショートなど、ショート系異常であると特定する。つまり、センサ素子 10 の各端子 T1、T2 において電源ショート、GND ショート、端子間ショートが発生していれば、センサ印加電圧を交流的に操作しようとしてもその操作が不可能であり、更に電流変化量 ΔI も 0 となるためである。以上第 2 の実施の形態によれば、センサ素子 10 のショート系異常が好適に検出できる。

【0057】

なお、本発明は上記実施の形態の記載内容に限定されず、例えば次のように実施しても良い。

【0058】

上記第 1 の実施の形態では、インピーダンス検出時の電流変化量 ΔI に基づいてセンサ制御系の異常検出を実施したが、これに代えて、オペアンプ 21 の出力側にて計測した素子電流値に基づいてセンサ制御系の異常検出を実施しても良い。この場合、オペアンプ 21 の出力側にて計測した素子電流値が当該オペアンプ 21 の作動範囲の境界値又はそれ付近（例えば 5 V 駆動の場合、5 V 又はそれ付近相当）で固定されている場合に、センサ制御系の異常発生であると判定する。

【0059】

センサ制御回路 100 の構成を図 9、図 10 のように変更する。図 9 の構成では、前記図 1 との相違点として、センサ素子 10 の + 端子 T1 側に印加電圧制御回路 30 と電圧切替回路 35 とが設けられ、一端子 T2 側に基準電源 23 が設けられている。+ 端子 T1 側において、電流検出抵抗 22 の両端子 A、B には差動増幅器等よりなる素子電流出力回路 41 とインピーダンス検出電流出力回路 42 とが接続され、これら素子電流出力回路 41 とインピーダンス検出電流出力回路 42 との出力がそれぞれ A/F 出力、インピーダンス検出電流出力となっている。また、A 点電圧が電圧操作量出力回路 43 に取り込まれ、その出力が電圧操作量出力となっている。かかる構成においても、インピーダンス検出電流出力に基づいてセンサ制御系の異常が検出できる。

【0060】

また、図10の構成では、前記図1との相違点として、センサ素子10の+端子T1側に印加電圧制御回路30が設けられている。同じく+端子T1側において、電流検出抵抗22の両端子A、Bには素子電流出力回路41が接続され、この素子電流出力回路41の出力がA/F出力となっている。また、センサ素子10の-端子T2側には基準電源23と電圧切替回路35とが設けられている。同じく-端子T2側において、電流検出抵抗25の両端子C、Dにはインピーダンス検出電流出力回路42が接続され、このインピーダンス検出電流出力回路42の出力がインピーダンス検出電流出力となっている。また、C点電圧が電圧操作量出力回路43に取り込まれ、その出力が電圧操作量出力となっている。かかる構成においても、インピーダンス検出電流出力に基づいてセンサ制御系の異常が検出できる。

【0061】

上記各実施の形態では、異常検出用データとしてセンサ印加電圧の切替に応答する電流変化量 ΔI （インピーダンス検出電流出力）、又は素子アドミタンスの検出値を用いたが、これを変更し、異常検出用データとして、素子インピーダンス検出時に計測した電圧操作量 ΔV を用いる。センサ素子10の+各端子のうち少なくとも何れかでの電源ショートやGNDショート、正負両端子間での端子間ショートなど、センサ制御系の異常が生じた場合には、素子インピーダンス検出に際して、センサ印加電圧を交流的に変化させようとしても正常な変化が無く、電圧操作量 ΔV が正常に計測できない。このことから、センサ制御系の異常が検出できる。このとき、電圧操作量 ΔV が0又はほぼ0の場合にセンサ制御系の異常発生であると判定したり、電圧操作量 ΔV が電圧切替回路35より出力される変化量よりも小さい場合にセンサ制御系の異常発生であると判定したりすると良い。又は、センサ印加電圧の切替時に帰還増幅回路（例えばオペアンプ21）の出力側にて計測した電圧値が当該帰還増幅回路の作動範囲の境界値又はそれ付近で固定されている場合に、センサ制御系の異常発生であると判定すると良い。

【0062】

上記各実施の形態では、素子インピーダンス（又は素子アドミタンス）の算出に際し、センサ印加電圧を交流的に変化させてその時の電流応答を計測したが、これを変更し、センサ素子電流を交流的に変化させてその時の電圧応答を計測するように構成する。その構成を図11を用いて説明する。図11の構成では、前記図1との相違点として、センサ素子10の+端子T1にスイッチ回路53が接続され、該スイッチ回路53の一方の切替端子に電流検出抵抗22が接続され、他方の切替端子に電流切替回路51が接続されている。この電流切替回路51は、素子インピーダンスの算出時にマイコン等から出力されてくる電流切替信号に基づいて素子電流を交流的に変化させる。また、C点には、インピーダンス検出電圧出力回路52が接続され、このインピーダンス検出電圧出力回路52の出力がインピーダンス検出電圧出力となっている。かかる構成では、素子インピーダンスの算出時に計測した、電流変化に응答する電圧変化（インピーダンス検出電圧出力）がモニタされ、該モニタされた電圧変化に基づいてセンサ制御系の異常が検出される。つまり、センサ素子10の+各端子のうち少なくとも何れかでの電源ショートやGNDショート、正負両端子間での端子間ショートなど、センサ制御系の異常が生じた場合には、素子インピーダンス検出に際して、電流変化に対する電圧応答が無く、このことからセンサ制御系の異常が検出できる。その他、センサ素子電流を交流的に変化させた時に得られる素子インピーダンスの算出値や、素子電流計測値によりセンサ制御系の異常検出を実施することも可能である。

【0063】

ショート系異常の発生時には、例えば、図1におけるインピーダンス検出電流出力回路32の出力が変化しなくなるため、マイコン200のA/D入力に変化しなくなる。従って、このA/D入力の変化が無いことからセンサ制御系の異常検出を実施することも可能である。

【0064】

上記実施の形態では、図2のセンサ素子構造を有するA/Fセンサについて説明してきたが、他のセンサ素子構造を有するA/Fセンサに適用することも可能である。例えば、1層の固体電解質体を有する構成に限らず、2層の固体電解質体を有する構成や、3層の固体電解質体を有する構成のA/Fセンサに本発明を適用したり、積層型構造のA/Fセンサに限らず、コップ型構造のA/Fセンサに本発明を適用したりすることも可能である。また、排ガス中の酸素濃度に応じてセンサ素子の電極間に起電力を発生させるようにした、いわゆるO₂センサにも適用できる。

【0065】

他のセンサ具体例を説明する。図12に示すセンサ素子60では、2層の固体電解質61、62を有しており、一方の固体電解質61には一対の電極63、64が対向配置され、他方の固体電解質62には一対の電極65、66が対向配置されている。なお、電極63～65は図の左右対象に2カ所に見えるが、それらは紙面の前後何れかの部位で連結された同一部材である。本センサ素子60では、固体電解質61及び電極63、64によりポンプセル71が構成され、固体電解質62及び電極65、66により酸素検知セル72が構成されている。各電極63～66はセンサ制御回路80に接続されている。センサ素子60が積層構造を有することは、前述のセンサ素子10と同じである。図12において、符号67はガス導入孔、符号68は多孔質拡散層、符号69は大気ダクト、符号70はヒータである。酸素検知セル72は、一般に起電力セル、酸素濃度検出セルとも称される。

【0066】

上記センサ素子構造のA/Fセンサにおいて、酸素検知セル72は、排ガスがストイキに対してリーンかリッチかに応じて2値(0V又は0.9V)の起電力出力を発生する。例えばリーンである場合、酸素検知セル72の起電力出力が小さくなり、逆にリッチである場合、酸素検知セル72の起電力出力が大きくなる。かかる場合において、酸素検知セル72の起電力出力がストイキ値(0.45V)になるようにポンプセル71の印加電圧が制御される。

【0067】

図13にはセンサ制御回路80の構成を示す。この回路例では、酸素検知セル72に流れる電流を正負両側に操作し、その際のポンプセル71の端子電圧と酸素検知セル72の端子電圧とから、ポンプセル71の素子インピーダンスと酸素検知セル72の素子インピーダンスとをそれぞれ算出する構成としている。

【0068】

図13において、ポンプセル71の一方の端子(図12の電極63)にはオペアンプ81が接続され、該オペアンプ81には、基準電圧を生成する基準電圧部82と、酸素検知セル72の起電力を検出する起電力検出部83とが接続されている。この場合、酸素検知セル72の起電力を一定(0.45V)とするようにポンプセル71に流れる電流(ポンプセル電流)が制御され、そのポンプセル電流に応じて変化する図のA点の電圧がA/F検出値として出力される。これにより、その時の排ガス中の酸素濃度(空燃比)に応じたA/F出力が得られる。

【0069】

また、オペアンプ84はコンデンサ85と共にサンプルホールド回路を構成しており、酸素検知セル72のインピーダンス検出直前における酸素検知セル72の起電力を記憶保持する。スイッチ回路86は、通常の酸素濃度検出状態と素子インピーダンスの検出状態とで回路を切り替えるものであり、図示のようにB点に接続された状態では、前述の通り酸素検知セル72の起電力が検出されて排ガスの酸素濃度に応じたA/F出力が得られるのに対し、C点側に接続が切り替えられると、電流切替回路87により交流的に変化する電流が酸素検知セル72に供給される。電流切替回路87では、正極性及び負極性の一定電流をそれぞれ出力できる構成となっており、数kHz程度の周波数で電流が交流的に切り替えられる。電流切替回路87の電流操作量は電流操作量出力として検知されるようになっている。

【0070】

スイッチ回路 86 が C 点側に切り替えられた状態で、ポンプセル 71 の端子電圧がポンプセルインピーダンス出力として検知されると共に、酸素検知セル 72 の端子電圧が酸素検知セルインピーダンス出力として検知される。そして、ポンプセル 71 の端子電圧と電流切替回路 87 の電流操作量とからポンプセル 71 の素子インピーダンスが算出される。また、酸素検知セル 72 の端子電圧と電流切替回路 87 の電流操作量とから酸素検知セル 72 の素子インピーダンスが算出される。

【0071】

上記構成において、例えば、ポンプセル 71 の各端子又は酸素検知セル 72 の各端子の少なくとも何れかで電源ショートが発生していれば、電流切替回路 87 で操作できる電流量よりも電源からの電流供給が大きくなるため端子電圧は変化しない。この場合、電流操作量を規定値に変更した後、該変更後の値を用いて素子インピーダンスを算出する。すると、素子インピーダンスは通常よりも明らかに小さい算出値として求められ、この算出値からセンサ制御系の異常発生が判定できる。また、電流操作量を既定値に変更したことから、ショート系異常であることも判定できる。その他、ポンプセル 71 の各端子又は酸素検知セル 72 の各端子の少なくとも何れかで GND ショートや端子間ショートが発生した場合にも同様に異常検出が可能である。

【0072】

以上の通り前記図 12 の構成のセンサ素子と前記図 13 の構成のセンサ制御回路を用いた場合であっても、センサ素子の各端子におけるショート系異常が好適に検出できる。

【0073】

図 14 に示すセンサ素子構造であっても良い。図 14 のセンサ素子 90 では、3 層の固体電解質 101, 102, 103 を有し、固体電解質 101 には一対の電極 104, 105 が対向配置され、固体電解質 102 には一対の電極 106, 107 が対向配置されている。本センサ素子 90 では、固体電解質 101 及び電極 104, 105 によりポンプセル 111 が構成され、固体電解質 102 及び電極 106, 107 により酸素検知セル 112 が構成されている。また、固体電解質 103 は、酸素基準室 108 を確保するための壁材を構成している。センサ素子 90 が積層構造を有することは、前述のセンサ素子 10 等と同じである。図 14 において、符号 109 は多孔質拡散層、符号 110 はガス検出室である。なお、酸素検知セル 112 は、前記図 12 の酸素検知セル 72 と同様、一般に起電力セル、酸素濃度検出セルとも称される。このセンサ素子 90 用の回路構成は概ね前記図 13 の通りであり、その説明は省略する。

【0074】

また、図 15 は、センサ素子に対して継続的に交流電圧を印加してインピーダンス検出を行うセンサ制御回路の構成例である。センサ素子 10 には、直流電圧源 131、交流電圧源 132 及び抵抗 133 よりなる直列回路が接続されている。抵抗 133 の両端子は差動増幅器 134 の入力端子に接続され、同差動増幅器 134 の出力端子は LPF（ローパスフィルタ）135 と HPF（ハイパスフィルタ）137 にそれぞれ接続されている。LPF 135 は、抵抗 133 による検出信号の交流成分を除去し、排ガス中の酸素濃度（空燃比）に応じた信号成分を抽出して A/F 検出部 136 に出力する。A/F 検出部 136 では、LPF 通過後の信号から酸素濃度を検出する。また、HPF 137 は、抵抗 133 による検出信号の交流成分のみを抽出し、この抽出した信号をインピーダンス検出部 138 に出力する。インピーダンス検出部 138 は、HPF 通過後の信号から素子インピーダンスを検出する。

【0075】

上記図 15 の構成のセンサ制御回路を用いた場合であっても、電圧操作側とそれに応答する応答側とにおける変化量を各々モニタすることにより、センサ素子の各端子におけるショート系異常が好適に検出できる。

【0076】

O2 センサの場合には、例えば、センサ素子の一方の端子側に印加電圧（又は電流）の

切替回路を設け、他方の端子側に印加電圧（又は電流）の切替に伴う電流変化量（又は電圧変化量）の検出回路を設ける。そして、印加電圧（又は電流）の操作信号とそれに応答する応答信号とから素子インピーダンスを算出すると共に、センサ制御系の異常検出を実施すると良い。

【0077】

また、酸素濃度を検出対象とするA/Fセンサ以外にも、他の成分濃度を検出対象とするガス濃度センサにも本発明が適用できる。例えば、複合型のガス濃度センサは、固体電解質体にて形成された複数のセルを有し、そのうち第1セル（ポンプセル）では被検出ガス中の酸素を排出又はくみ出すと共に酸素濃度を検出し、第2セル（センサセル）では酸素排出後のガスから特定成分濃度を検出する。このガス濃度センサは、例えば排ガス中のNO_x濃度を検出するNO_xセンサとして具体化されるものであり、本発明の適用により、NO_xセンサについても好適なセンサ制御系の異常検出が可能となる。このとき、第1セル、第2セル等の何れかのセルを対象に素子インピーダンスが検出されると良い。また、上記第1セル、第2セルに加え、酸素排出後の残留酸素濃度を検出するための第3セル（モニタセル、若しくは第2ポンプセル）等の複数のセルを有するガス濃度センサであっても良い。

【0078】

NO_x濃度を検出可能なガス濃度センサの他に、特定成分濃度としてHC濃度やCO濃度を検出可能なガス濃度センサにも適用できる。この場合、ポンプセルにて被検出ガス中の余剰酸素を排出し、センサセルにて余剰酸素排出後のガスからHCやCOを分解してHC濃度やCO濃度を検出する。更に、自動車用以外のガス濃度検出装置に用いること、排ガス以外のガスを被検出ガスとすることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0079】

- 【図1】 発明の実施の形態におけるセンサ制御回路を示す構成図である。
- 【図2】 センサ素子の構成を示す断面図である。
- 【図3】 A/Fセンサの出力特性を示す図である。
- 【図4】 素子インピーダンスの算出処理を示すフローチャートである。
- 【図5】 異常検出処理を示すフローチャートである。
- 【図6】 印加電圧の切替とそれに伴う素子電流の変化とを示すタイムチャートである。

。【図7】 第2の実施の形態における素子アドミタンスの算出処理を示すフローチャートである。

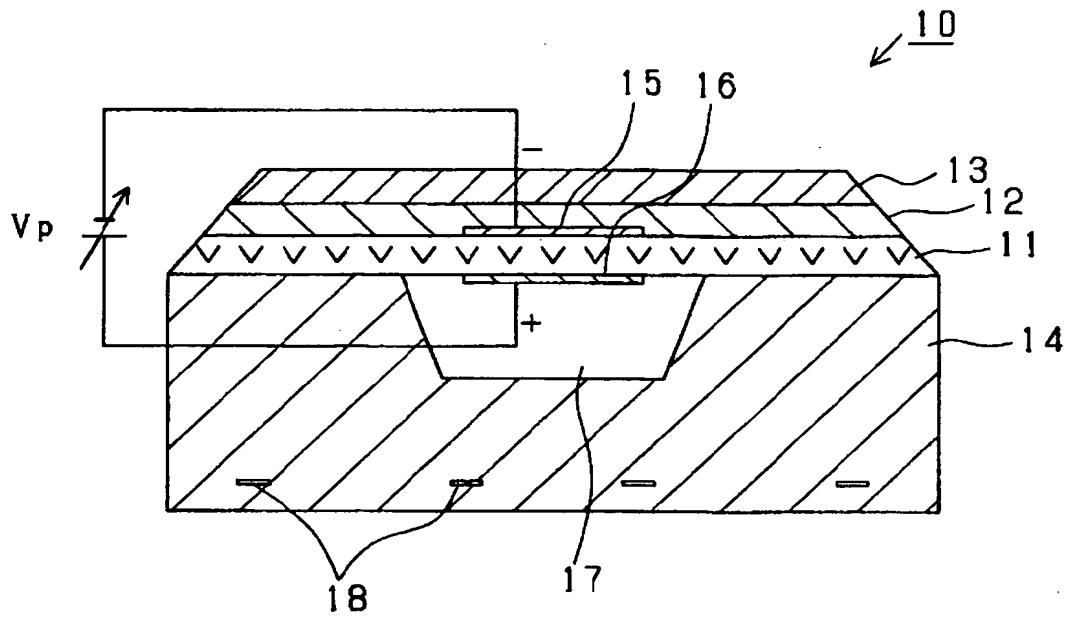
- 【図8】 第2の実施の形態における異常検出処理を示すフローチャートである。
- 【図9】 別の形態においてセンサ制御回路を示す構成図である。
- 【図10】 別の形態においてセンサ制御回路を示す構成図である。
- 【図11】 別の形態においてセンサ制御回路を示す構成図である。
- 【図12】 別のセンサ素子の構成を示す断面図である。
- 【図13】 別の形態においてセンサ制御回路を示す構成図である。
- 【図14】 別のセンサ素子の構成を示す断面図である。
- 【図15】 別の形態においてセンサ制御回路を示す構成図である。

【符号の説明】

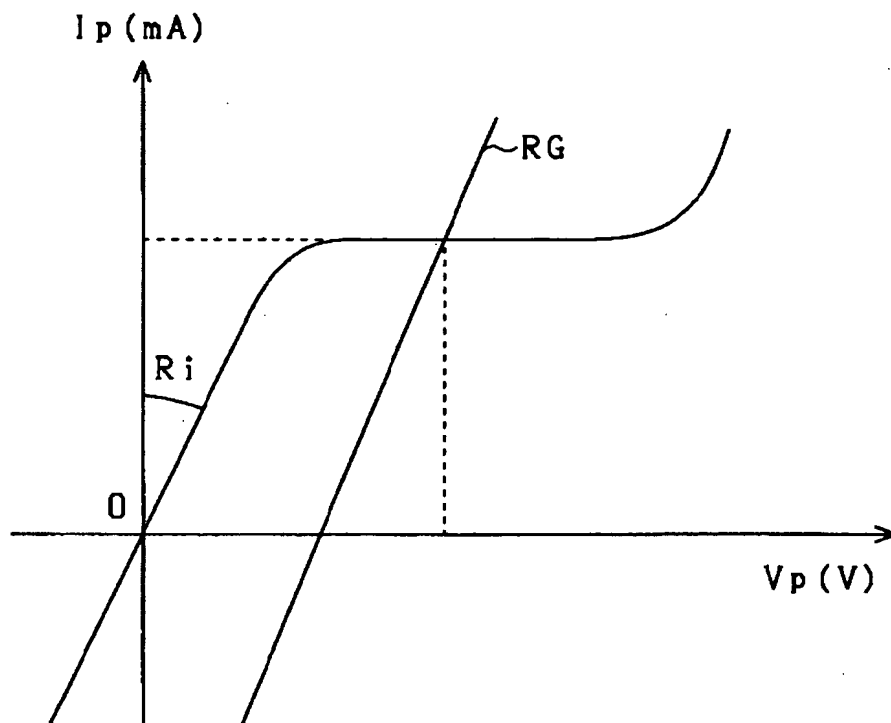
【0080】

10…センサ素子、11…固体電解質、15、16…電極、21、24…オペアンプ、60…センサ素子、61、62…固体電解質、63～66…電極、90…センサ素子、100…センサ制御回路、101～103…固体電解質、104～107…電極、200…マイコン、T1…+端子、T2…-端子。

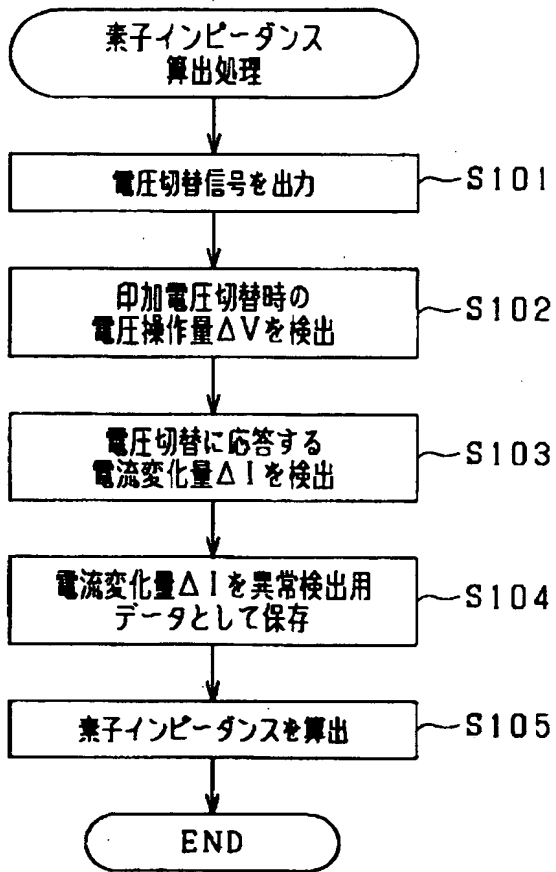
【図 2】



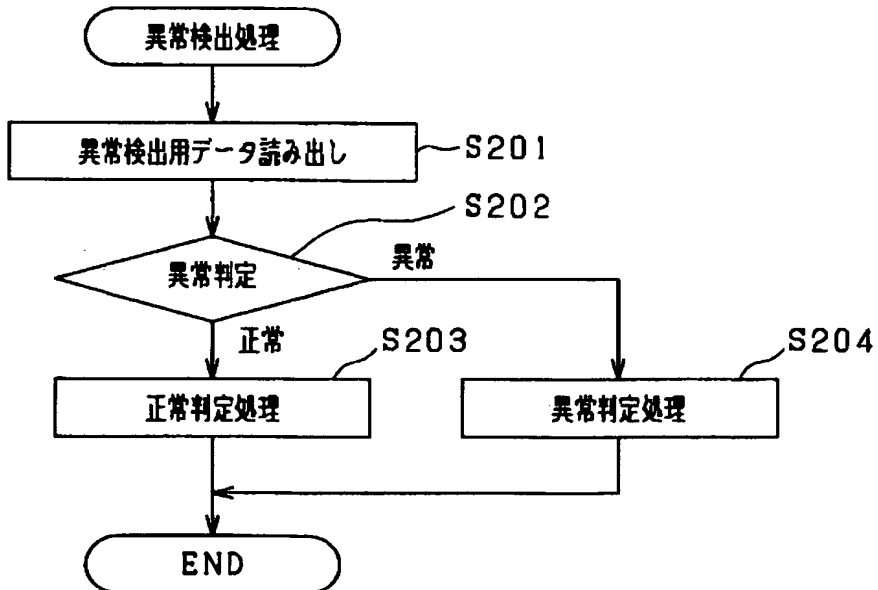
【図 3】



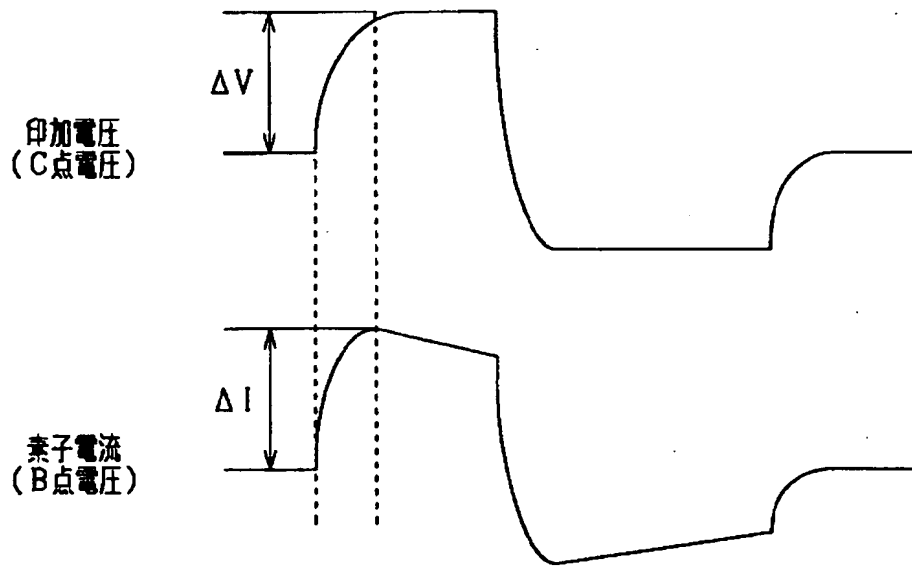
【図 4】



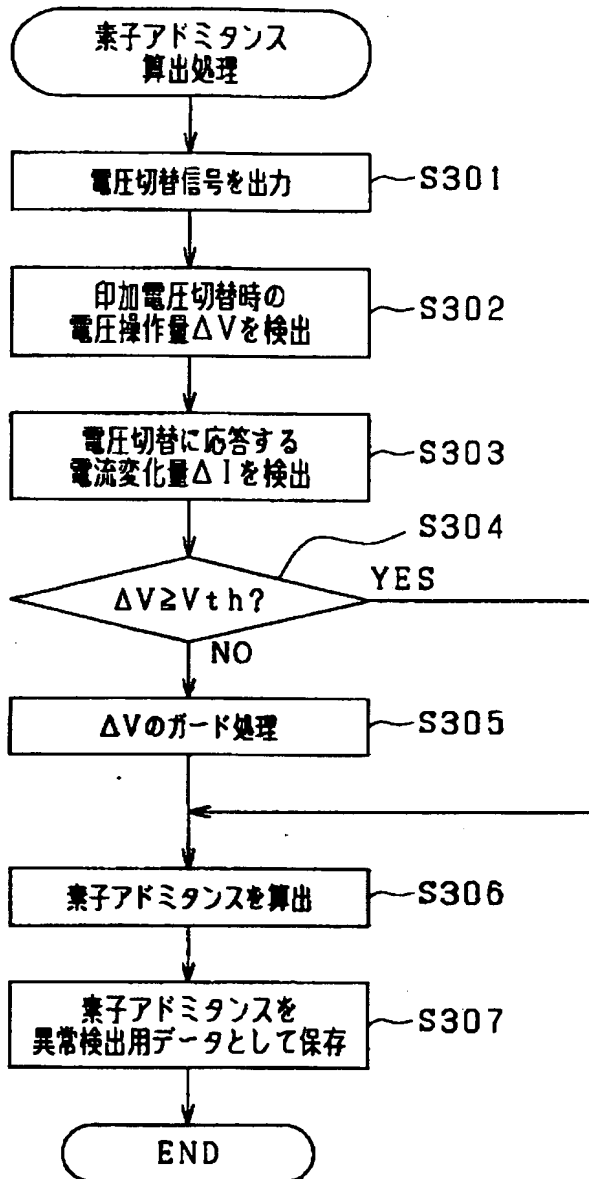
【図 5】



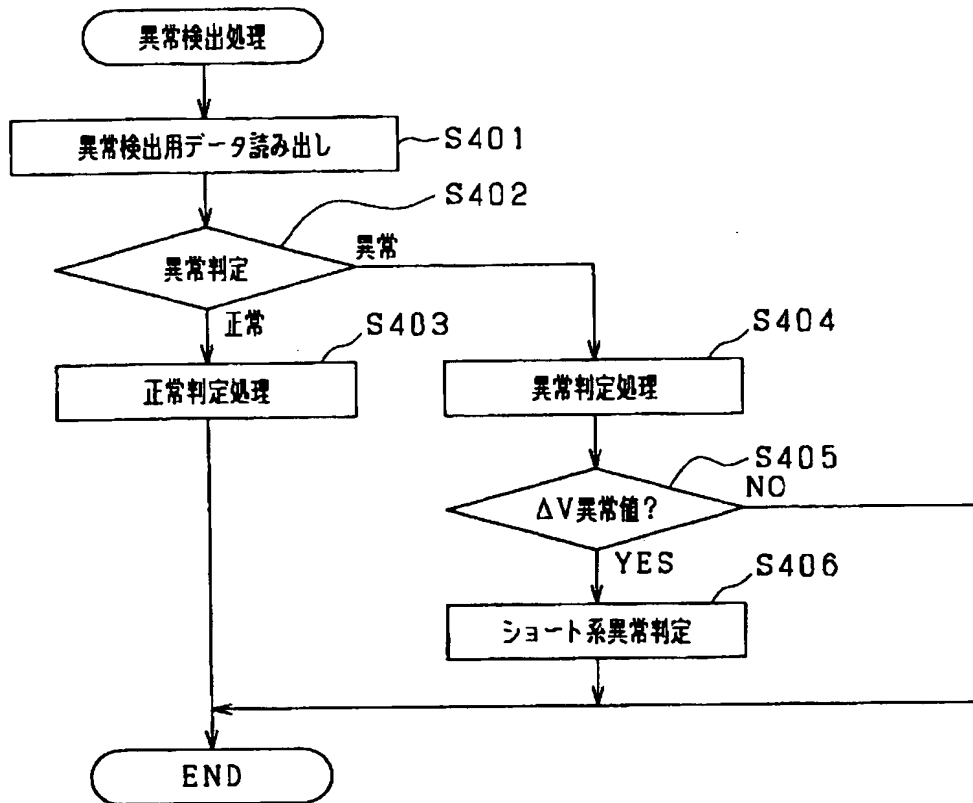
【図 6】



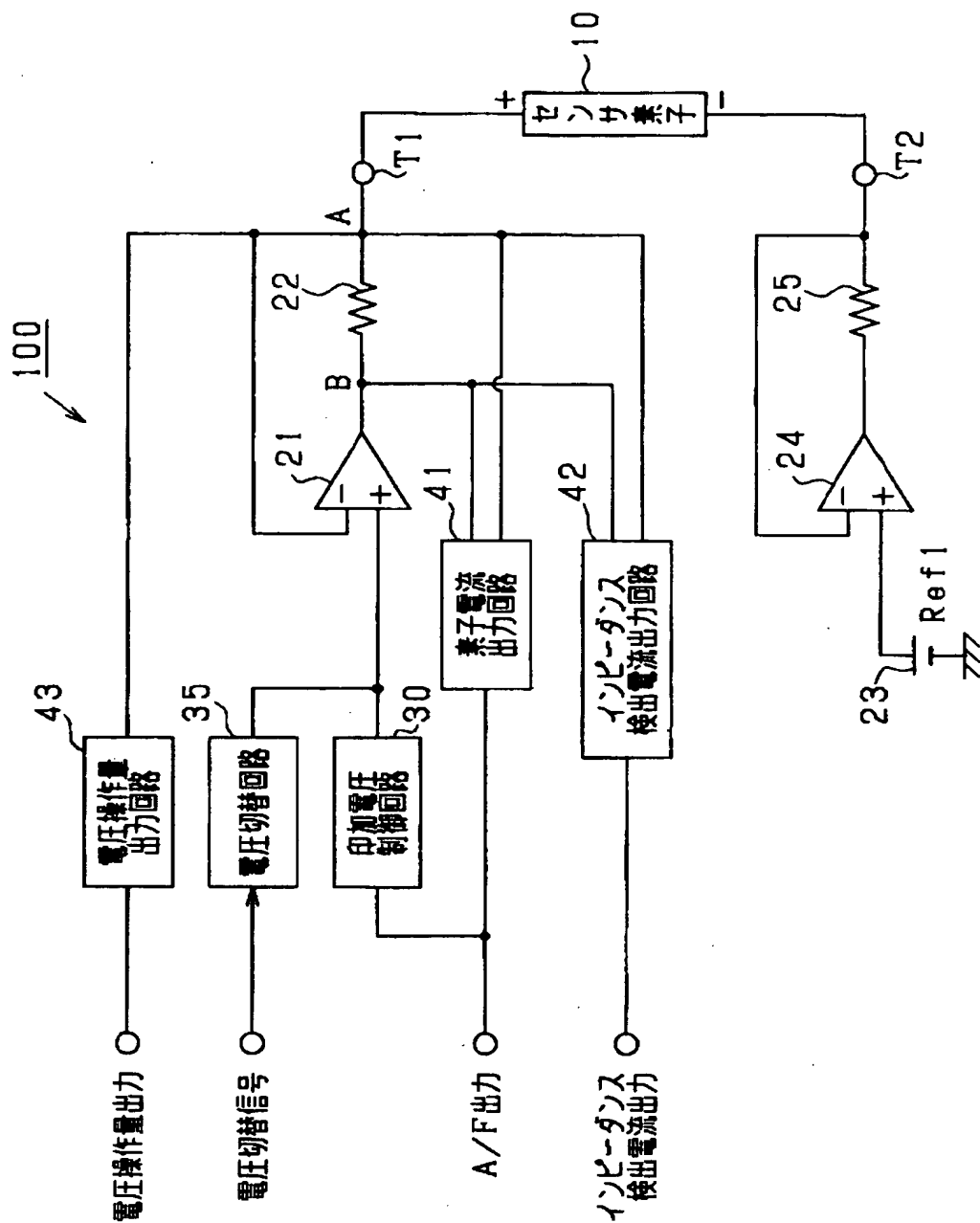
【図 7】



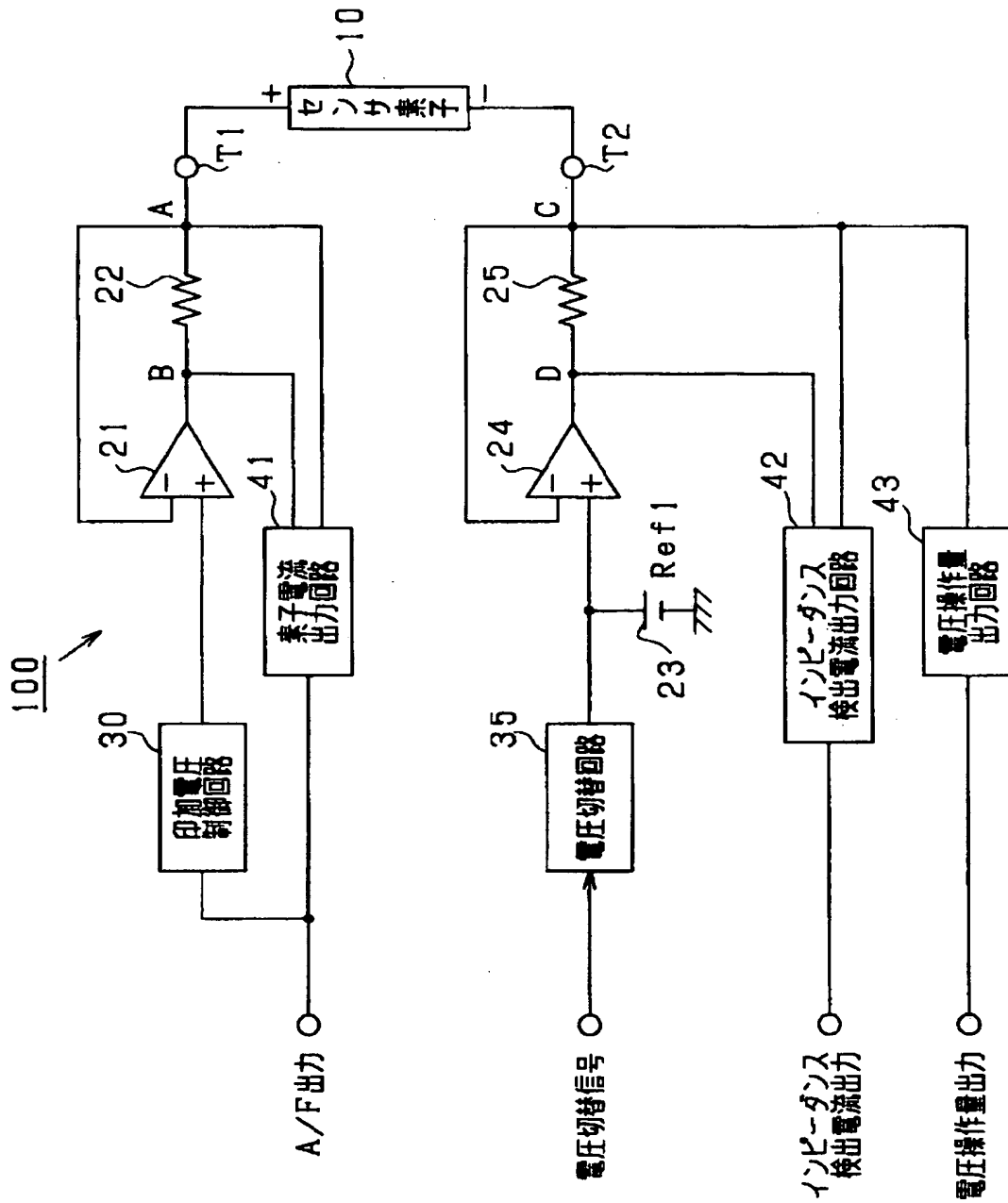
【図 8】



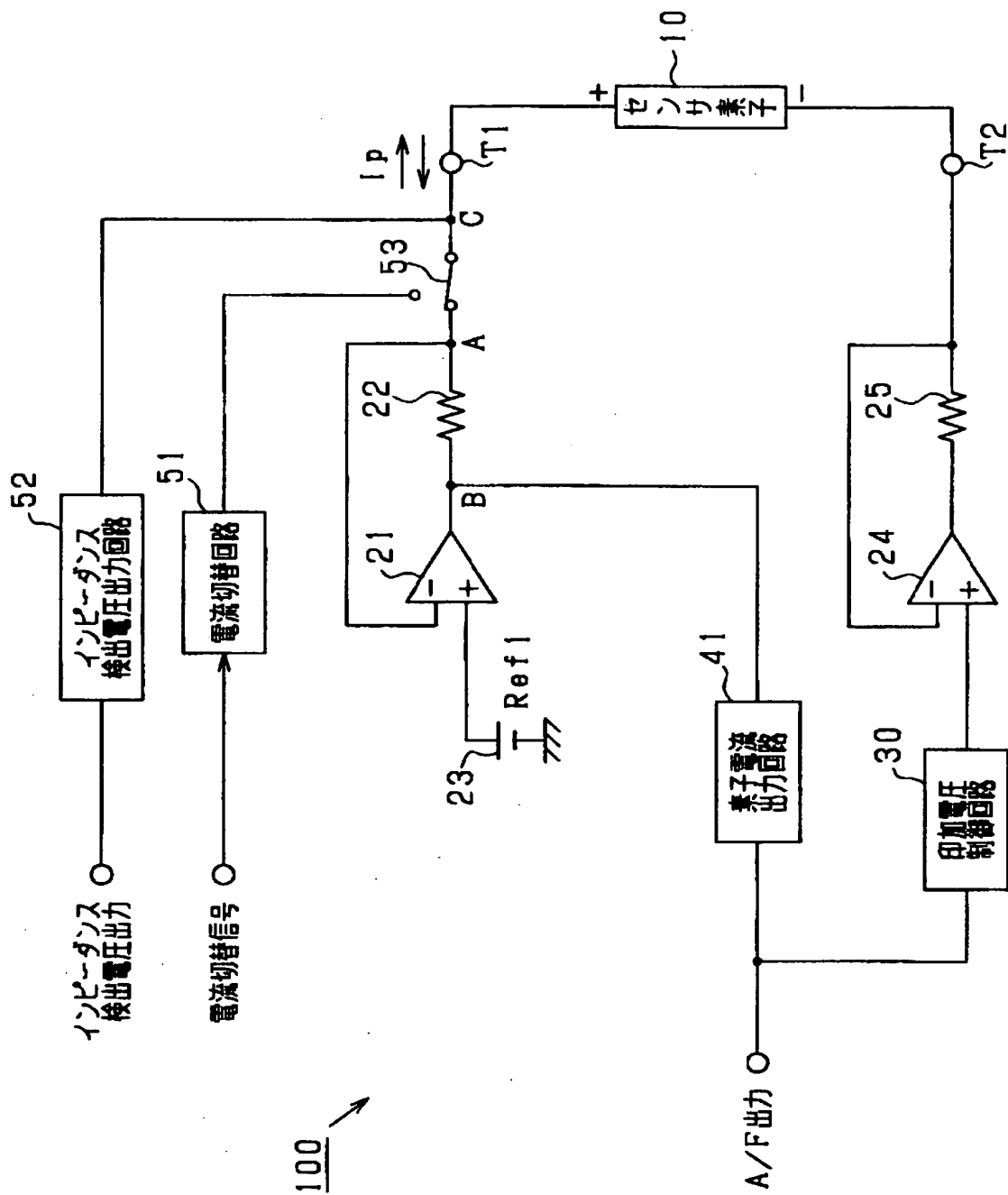
【図 9】



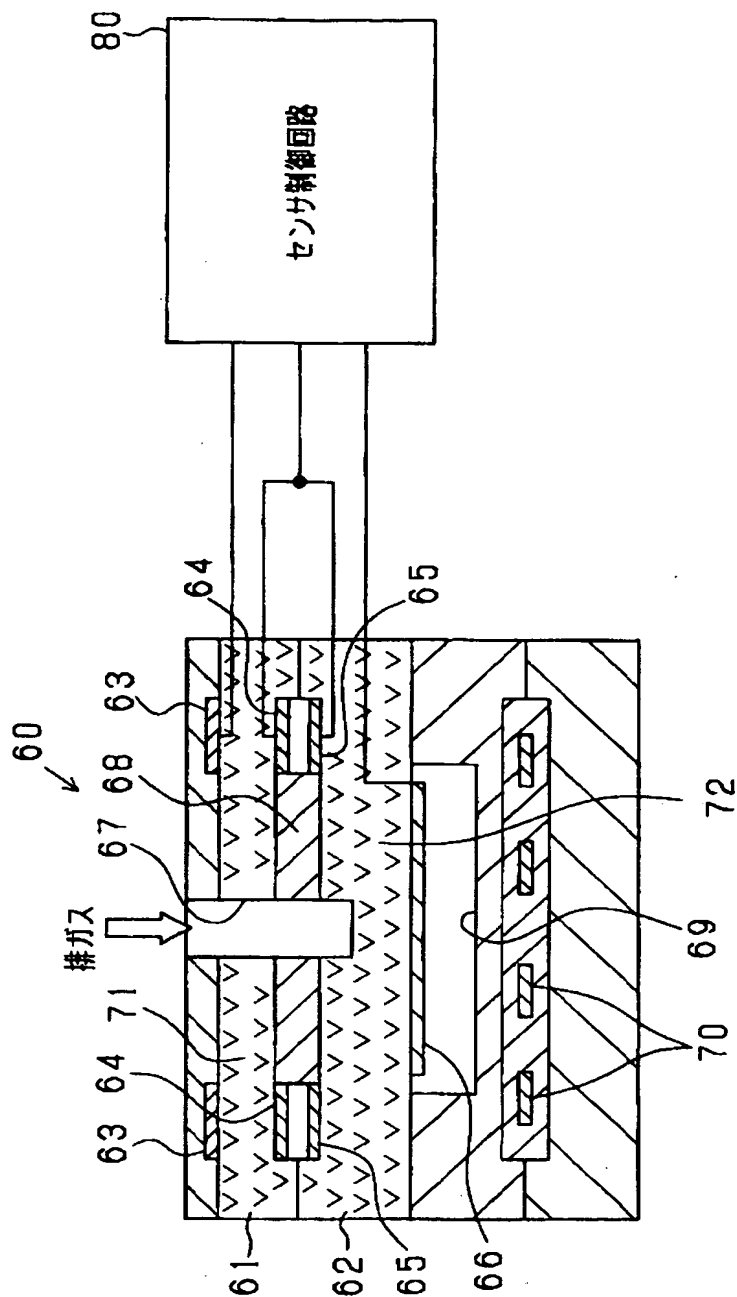
【図 10】



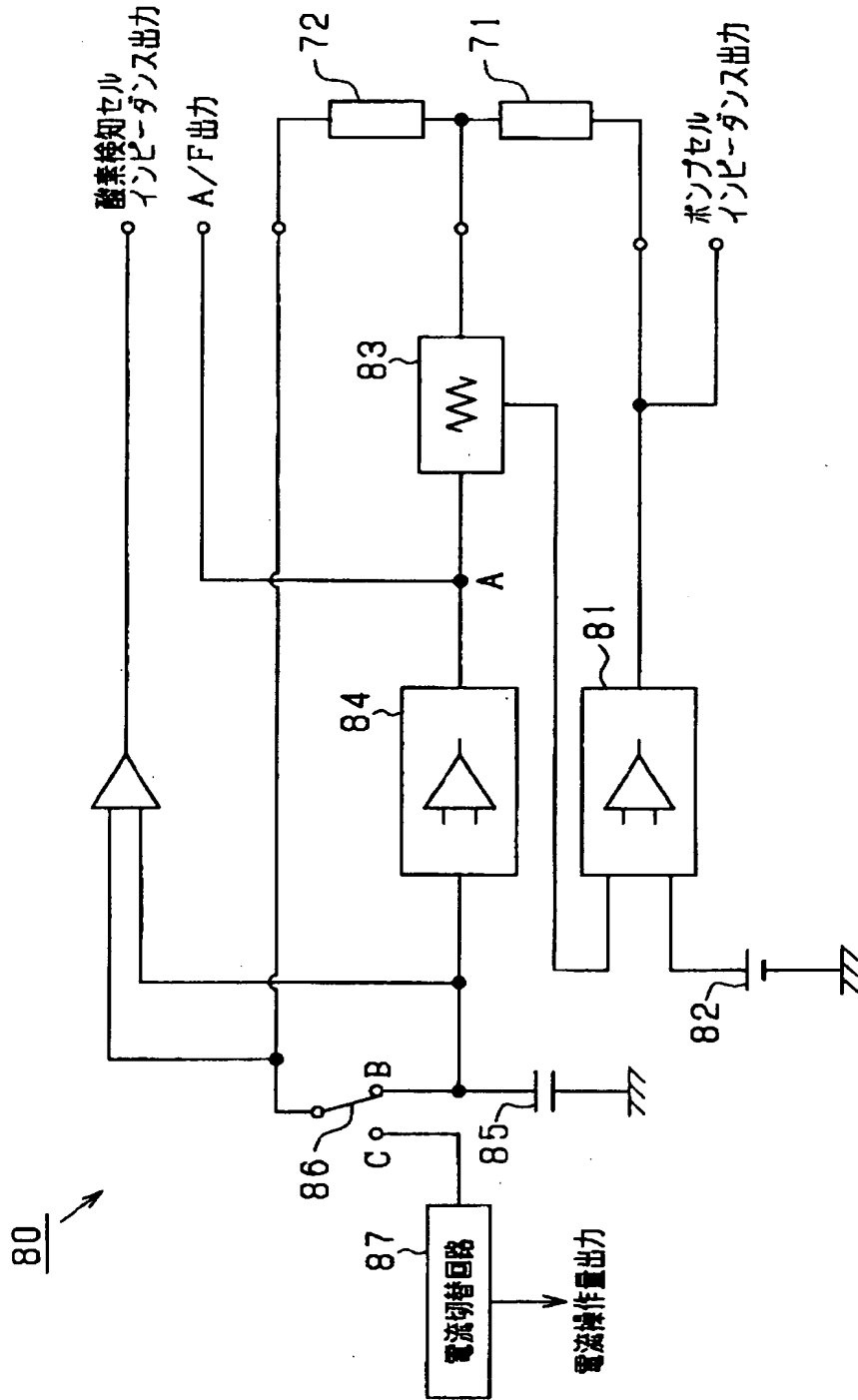
【図 11】



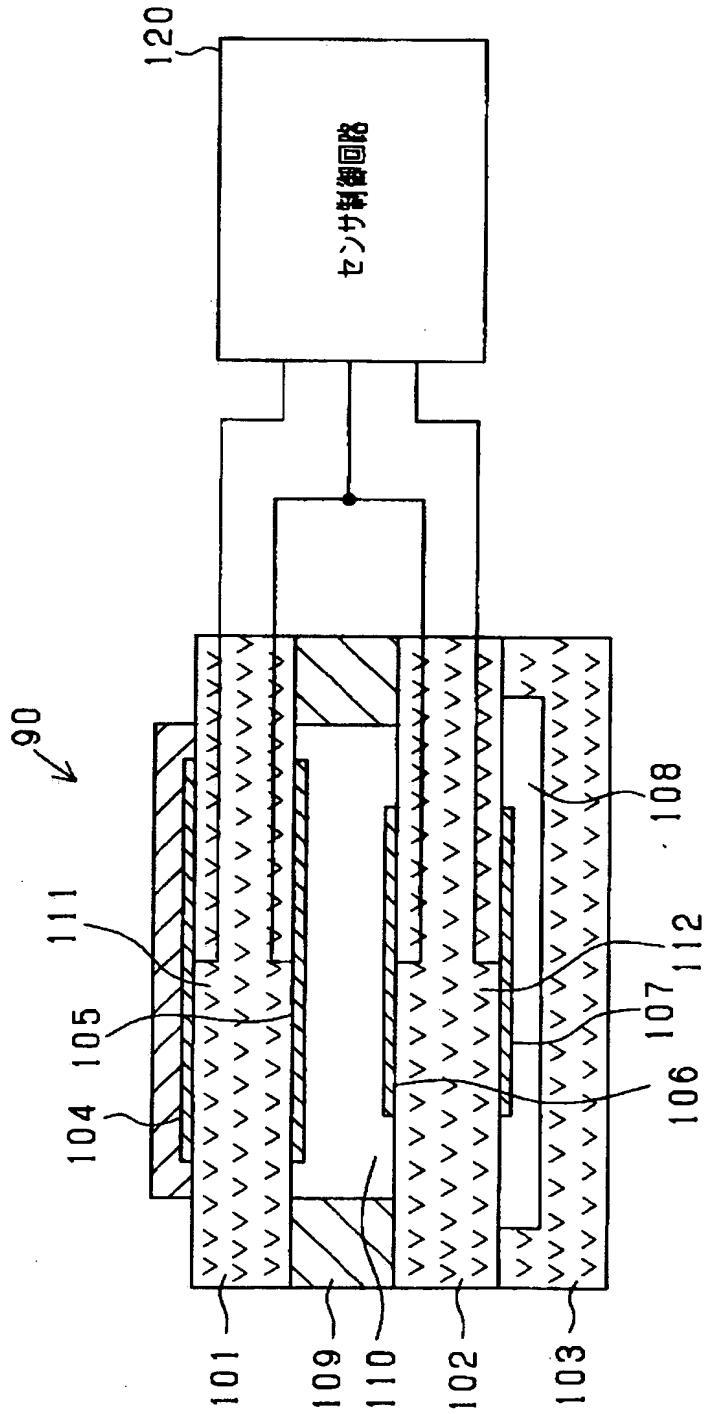
【図 12】



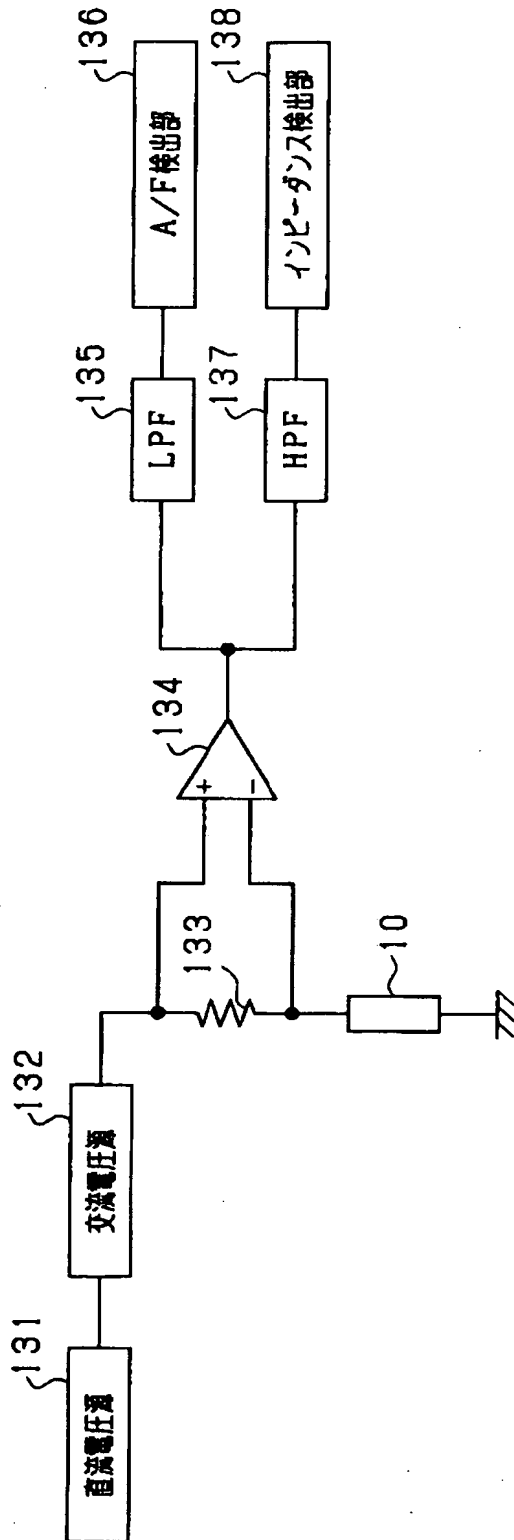
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 構成の煩雑化を招くことなく、センサ制御系の異常を好適に検出すること。

【解決手段】 センサ素子 1 0 にはセンサ制御回路 1 0 0 が接続されており、センサ制御回路 1 0 0 はセンサ素子 1 0 の一对の電極に接続された正負各端子への印加電圧を制御し、その電圧印加に伴いその都度の特定成分濃度に応じて流れる素子電流を検出する。また、センサ制御回路 1 0 0 は、センサ印加電圧を交流的に変化させた時にそれに伴う電流値の変化量を計測する。マイコン 2 0 0 は、電圧変化量と電流変化量との比からセンサ素子の抵抗値を算出すると共に、素子抵抗の算出時に計測した、印加電圧の変化に応答する電流値をモニタし、該モニタした電流値に基づいてセンサ制御系の異常を検出する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 4 - 0 3 9 5 6 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 1 0 月 8 日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
氏 名	株式会社デンソー